

私の学位論文

中京大学体育学部運動生理学研究室

北川 薫

私は昭和57年3月に「脂肪量からみた肥満者の体力に関する研究」で東京大学より教育学博士号を授与された。確かに私は東京大学の教育学部および大学院教育学研究科で体育学を学んだのであるが、論文の執筆中においても博士号を申請するにあたって、あるとまどいを感じていた。それは教育学と私が専攻してきた運動生理学、体力科学との隔りであり、さらに私自身が論文の中でその隔りを十分に埋めえなかったことに発している。現在でもそうであるが、私のこれまでの研究でいわゆる教育を念頭においたことは極めて稀である。あくまで自然科学的手法での事実の追求であった。今後、私なりにこの隔りを解消していかなければならない。

以下に論文の要旨と各項のもととなった既発表論文を記す。

肥満の成因はエネルギー収支バランスで摂取過剰にあることであるが、日本人全体の肥満の背景についての過去および将来をエネルギー摂取と消費との関係からまとめてみると図1のようになる。

エネルギー摂取は昭和20年代後半から30年代はほぼ一定であったが、40年頃から急増しその増加した状態は50年頃まで続いた。以後60年にかけて減少傾向にある。エネルギー消費は労働内容の質と量の変化から40年以後は減少傾向にある。図1から40年代で肥満が大きく社会問題化した理由が理解できよう。40年代の肥満問題の反省から、50年に入ってはカロリーの摂取をひかえなければならぬといった論議が高まり、結果としてカロリー摂取は減少したのである。しかし日常の生活で消費されるエネルギーも減少しており、依然として今日はエネルギー摂取過剰状態にあるといつてよい。肥満は過去におしやることのできない今日的な社会的問題である。肥満問題について、これまでは主として成人病との関連から成人に対しての対策が中心としてなされてきたのであるが、図1に示した情況を考えると成人だけでなく年少者への対策が大切である。事実、エネルギー摂取過剰状態は肥満児の増加をもたらしている。このような社会的情況の認識に立ち、本研究は体育学の立場からこれまでの肥満研究での重大な欠漏部分を

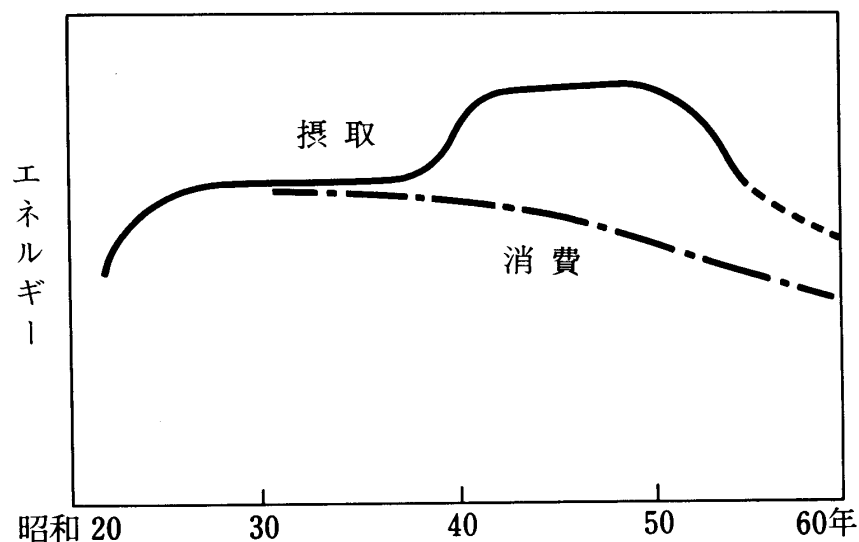


図1 日本人のエネルギー収支の経年的推移

明確にし、肥満対策の手掛りとなることを目的とした。その欠漏とは第1に肥満の判定そのものが正確になされていないことであり、第2には肥満者の体力研究そのものの不十分さである。第3は身体組成研究による裏付けのないままに体型指数が肥満者の抽出法として用いられていることである。

1. 密度法による脂肪貯蔵率および脂肪量の測定と肥満基準^{*1}

本研究では水中体重秤量法による密度法により脂肪貯蔵率、脂肪量、LBM（除脂肪体重）を算出した。これらの測定手順と得られた値の検討結果は以下のようである。

- ①水中体重の秤量にはロードセルを用い、ペン書き用記録器に描記させた。
- ②残気量は Rahn らの酸素希釈法で求めた。
- ③脂肪貯蔵率（%fat：脂肪量÷体重×100）の算出は Brozek らの式を用いた。
- ④延べ20回の再テストの結果、身体密度測定値の差の標準偏差は±0.0017g/mlであった。この値は、これまでの研究例と比較して妥当な値であった。また、±0.0017g/mlは%fatにして±0.7%fatに相当した。
- ⑤なお、本研究での肥満基準値は Behnke と Wilmore の提案に従い20% fatにおいた。

2. 肥満者の体力に及ぼす脂肪量の影響

肥満者の身体組成を明らかにしなかったこれまでの多くの研究では、肥満者の過剰な脂肪量や、一般人に比べて大きなLBMが体力にどのように影響しているかを究明できなかった。これまでのほとんどの研究では肥満者の作業成績（performance）だけが問題にされ、その直接的な身体資源（physical resource）となるLBMとの関連で肥満者の体力は捉えられていなかった。本研究では以上の問題点を究明し、以下のような結果を得た。

1) 動きの素速さ～跳躍反応動作にみる～^{*2}

肥満者の動作は非肥満者に比べて緩慢であるといわれる。そこで、全身的な動きとしてはもっとも要素的である跳躍反応動作から動きの素速さへの肥満の影響を明らかにした。

- ①肥満者7人と非肥満者8人について、光刺激

を用いて全身反応時間を測定した。

- ②両群間ではEMG-R T（筋電図反応時間）には統計学的に有意な差はみられなかったが、MT（動作時間）とWBRT（全身反応時間）は肥満者では有意に長い時間を要した。

- ③非肥満者に対して15kgの負荷をつけても全身反応時間を測定した。それによってEMG-R Tに変化はなかったがMTとWBRTは対のt検定の結果、有意に延長した。

- ④以上より、跳躍反応動作については肥満は神経系機能にほとんど影響しないことがわかった。しかし、肥満者のWBRTは非肥満者に比べて長くかかったが、これはMTの延長のためであった。このMTの延長は肥満者の過剰な脂肪が物理的負荷として作用する結果であった。

2) 動きを生み出す強さ～筋力にみる～^{*3}

動きを生み出す強さを筋力から求め、以下のように肥満者の筋力を検討した。

- ①59人の日本人青年男子の握力、腕力、背筋力、脚伸展力を測定した。
- ②筋力と体重およびLBMとは $r=0.262\sim0.700$ の有意な相関関係が得られた。
- ③肥満者の筋力の絶対値は非肥満者と比較して有意な差はなかった。
- ④体重あたりの筋力では、肥満者は非肥満者に比べて有意に小さかった。
- ⑤LBMあたりの筋力では肥満者の握力、背筋力、筋力合は非肥満者に比べて有意に小さかった。
- ⑥以上のように、肥満者の筋力は絶対値では非肥満者に比べて有意差はないが、体重やLBMあたりの相対値では劣ることがわかった。

3) 動きの爆発力～無酸素的パワーにみる～^{*4}

相撲の立ち合いをみると、大きな身体を持つ者がぶつかり合いでは有利なことがわかる。そこで、いわば動きの爆発力ともいうべき体力を無酸素的パワーとして促え、肥満者の特徴を明らかにした。

- ①Margaria らの段階かけのぼり法により、14人の肥満者、16人の痩身者、21人の一般人のパワーを測定した。
- ②肥満者は非肥満者に比べて大きなパワーを発揮した。また、LBMあたりのパワーでも肥満

者は有意に大きかった。

③非肥満者に対する負荷実験の結果、負荷が大きいかほどパワーは大きくなった。

④以上より、肥満者はパワー発揮効率が非肥満者よりも秀れていること、および肥満者の過剰な脂肪は不活性な負荷として作用することがわかった。

4) 動きの粘り強さ～最大酸素摂取量にみる～^{*5}

肥満者は走ることが苦手である。そこで長く走り続ける能力、といったいわば動きの粘り強さを最大酸素摂取量($\dot{V}O_2\text{max}$)から検討した。

①レッドミル走により7人の肥満者、7人の痩身者、16人の一般人の $\dot{V}O_2\text{max}$ を得た。

② $\dot{V}O_2\text{max}$ の絶対値では3群間に有意な差はなかったが、肥満者は非肥満者に比べて有意に低い値を示した。LBMあたりの $\dot{V}O_2\text{max}$ では3群間に有意差はなかった。

③非肥満者の負荷実験では、負荷時と無負荷時の $\dot{V}O_2\text{max}$ の絶対値およびLBMあたりの $\dot{V}O_2\text{max}$ に有意な差はみられなかった。

④以上より、非肥満者では脂肪量は $\dot{V}O_2\text{max}$ に影響しないことがわかった。

⑤また、軽度の肥満者では呼吸循環器系機能が非肥満者に劣ることはないものの、持久走などの作業成績には肥満が影響するものと考えられる。さらに、軽度の肥満者では脂肪は単なる不活性な負荷として作用することがわかった。

3. 肥満者抽出法としての体型指数の検討

これまでの多くの肥満研究では形態から肥満の判定がなされているために、本来ならば肥満の属性である過体重や大きな周径囲などが肥満そのものを意味しているかの錯覚があった。ここでは身体組成に基づいて肥満者を決定しその形態的特徴を明らかにし、体型指数を肥満者の抽出に用いることの可否を検討してその基準値と棄却率を明らかにした。

1) 肥満者の形態的特徴の検討^{*6}

肥満者を非肥満のいわゆる一般人と比較するだけでなく、過体重であっても非肥満である者とも比較し、肥満者の形態的特徴を明らかにした。

①10人の肥満者、7人の非肥満者、7人の過体重者の皮脂厚(10ヶ所)と周径囲(7ヶ所)を

測定した。

②非肥満者や過体重者に比較して肥満者の皮脂厚は全測定部位で有意に大きかった。

③肥満者の周径囲は肥満者に比べて有意に大きかった。しかし、過体重者と比較すると、腹部最小囲を除き有意差はなかった。

④以上より、肥満者の形態的特徴は周径囲よりも皮脂厚に顕著にあらわれることがわかった。また、腹部最小囲を除く周径囲を用いて肥満を判定することは不適切と考えられた。

2) ローレル指数にみる体型指数の検討^{*7}

我国ではローレル指数は肥満の判定によく用いられる。このローレル指数が身長によって影響されることが古くから指摘されているが、ここではその原因を明らかにした。

①日本人青年男子66人について、身体密度および相対成長式からローレル指数に検討を加えた。

②ローレル指数と身体密度とは $r = -0.230$ ($P > 0.05$)の相関関係であった。

③身長の大小は身体密度に影響しなかった。

④身長(X)と体重(Y)の間には $\hat{Y} = 2.792 \times 10^{-3} \times X^{1.946}$ の関係式が得られた。

⑤以上より、身長の大小に伴うローレル指数の減少は身体密度の減少を意味しない。その理由は体重が身長の1.946乗の比例関係にあることによることがわかった。

3) 肥満者抽出法としての体型指数の検討と判定基準値の設定^{*8}

肥満者の一次的抽出のために体型指数やover-weight(年齢身長別標準体重からみた肥満度)を用いることの適否を検討した。

①被検者は178人の日本人青年男子であった。

②非肥満者についての体型指数やover-weightとの相関関係は低かった。しかし、肥満者では%fatとの相関関係は高く、肥満の判定に用いることは可能と判断された。

③身長、地域、時代の影響を考えると、肥満者の一次的抽出法としてはカウプ指数とローレル指数を併用するのがよい。その基準値と棄却率はカウプ指数では25.0で約10%、ローレル指数は152で約14%であった。

これまでの肥満防止対策をふり返ってみると金

科玉条とばかりに肥満の病的な弊害が強調されてきている。こうした弊害を実感として理解でき、自分自身で肥満防止の支えとできるのは成人である。しかし、これからは成人だけでなく年少者にも力を注ぐことが大切である。そのためには成人対策のように肥満の病的な弊害を強調するだけでは不十分である。年少者には本研究で明らかにした肥満者の体力的特徴こそが身近な肥満の弊害として理解しやすいであろう。したがって本研究では、その成果をもとに家庭教育および学校教育に対していくつかの具体的な提言をした。

尚、この学位論文は下記に示した既発表論文以外の論文を加筆して「肥者の脂肪量と体力」とのタイトルで、本学の出版助成金を得て東京の杏林書院から出版されている。

学位論文を構成した既発表論文

- ※1 北川 薫「2.身体組成」体育学実験・演習既説、大修館書店、1979、P.42—46.
- ※2 北川 薫、磨井祥夫、宮下充正「跳躍反応動作にみる肥満の影響」体育の科学、30：741—743、1980.
- ※3 Kitagawa, K. and M. Miyashita. "Muscle strengths in relation to fat storage rate in young men".
- ※4 Eur. J. Appl. Physiol. 38：189-196. 1978
Kitagawa, K., M. Suzuki and M. Miyashita.
"Anaerobic power output of young obese men: Comparison with non-obese men and the role of excess fat", Eur. J. Appl. Physiol. 43：229-244, 1980
- ※5 北川 薫、宮下充正「最大酸素摂取量と身体組成からみた肥満者の吸呼循環器系機能」体力科学、30：131—136、1981.
- ※6 北川 薫「肥満者の身体組成と形態的特徴」保健の科学、23：568—571、1981.
- ※7 北川 薫「ローレル指数の検討 —身体密度及び相対成長式からの研究—」体育学研究、19：41—45、1974.
- ※8 北川 薫、宮下充正「肥満者スクリーニングのための判定基準の設定 —身体組成からの研究—」学校保健研究、19：145—150、1977.